

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) Veröffentlichungsnummer: **0 557 780 A1**

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: 93101959.0

(51) Int. Cl.⁵: **B06B 1/06**

(22) Anmeldetag: 08.02.93

(30) Priorität: 25.02.92 DE 4205749

(71) Anmelder: **SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT**
Wittelsbacherplatz 2
D-80312 München(DE)

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
01.09.93 Patentblatt 93/35

(72) Erfinder: **Kroemer, Nils, Dr.-Ing.**
Limbургstrasse 17
W-8000 München 90(DE)

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE FR GB IT NL

(54) **Ultraschallwandler mit piezoelektrischer Polymerfolie.**

(57) Ultraschallwandler, bei dem beidseitig mit Metallisierungen versehene Streifen (1) aus piezoelektrischer Polymerfolie parallel zueinander längs einer Geraden nebeneinander auf einem zumindest abschnittsweise ebenen Träger (2) angeordnet sind und jeweils Abschnitte (3) an den Enden dieser Streifen (1) flach auf der Oberfläche des Trägers (2) so dicht beieinander fixiert sind, daß der Streifen (1) huttförmig vorgewölbt ist, und bei dem die Streifen mechanisch voneinander entkoppelt und gegeneinander elektrisch isoliert sind.

FIG 1

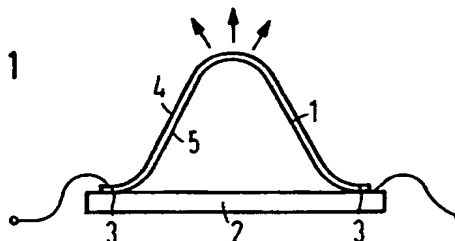
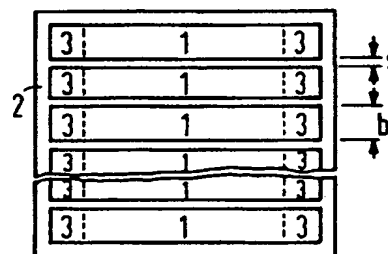


FIG 2



EP 0 557 780 A1

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Luftultraschall-Wandlerarray mit dünnen Schalen aus piezoelektrischer Polymerfolie mit den Merkmalen des Anspruchs 1.

In der industriellen Luftultraschall-Meßtechnik gewinnen komplexe Meßprobleme immer mehr an Bedeutung. Hierzu zählen beispielsweise die Objektidentifizierung anhand von Echoprofilauswertung oder auch die Erkennung lateraler Strukturen von Objekten durch punktwises Abtasten ihrer Oberfläche. Die letztere Aufgabe erfordert Schallsensoren, mit denen ein gerichteter Schallstrahl mit hoher Dynamik und hoher örtlicher Auflösung in einer Ebene oder im Raum bewegt werden kann.

Bekannt sind Luftultraschall-Wandlerarrays nach dem elektrostatischen Prinzip. Sie bestehen aus ebenen, parallel eingespannten, streifenförmigen Membranen. Sie besitzen eine hohe Meßempfindlichkeit sowie große Bandbreite und weisen ein sehr geringes Übersprechen zwischen benachbarten Wandlerelementen auf. Für die Praxis erweisen sich die Notwendigkeit einer elektrostatischen Vorspannung sowie die Empfindlichkeit gegenüber Staub und Feuchtigkeit als nachteilig. Als weiterer Nachteil ist der hohe fertigungstechnische Aufwand anzusehen, insbesondere wenn ein großer Variationsbereich der Wandlereigenschaften gefordert wird.

Bekannt sind außerdem piezokeramische Schichtwandler, die auch zu Arrays angeordnet werden können. Derartige Wandler sind sehr robust, die Breite der Einzelelemente kann in der Ebene, in welcher der Schallstrahl geschwenkt werden soll, klein gegenüber der Schallwellenlänge gewählt werden. Dies ist Voraussetzung für einen großen akustischen Öffnungswinkel eines einzelnen Elementes des Arrays und damit auch für einen großen Ablenkwinkel des Schallstrahles. Als nachteilig erweisen sich vor allem die geringe Bandbreite der Wandler und das relativ starke Übersprechen zwischen eng benachbarten Einzelelementen. Eine ausreichende Dämpfung kann hier nur mit einem größeren Abstand der Einzelelemente erkauft werden, so daß der maximale Ablenkwinkel des Schallstrahles verringert wird.

Bekannt sind außerdem Luftschallwandler mit gewölbter Piezopolymerfolie (s. z. B. US-A-3 832 580; M. Tamura e. a.: "Electroacoustic transducers with high polymer films" in J. Audio Eng. Soc. 23, 21 - 26 (1975); F. Micheron: "Dome-shaped piezopolymer electroacoustic transducers" in Ferroelectrics 51, 143 - 150 (1983)). Die Form der Wölbung ist zumeist ein Kegelschnitt, der Rand der Folie ist jeweils tangential eingespannt. Diese Wandler verfügen über eine große Bandbreite, die auch die Abstrahlung von Quasi-Einzelimpulsen erlaubt. Bei auf der Basis solcher Wandler konzipierten Arrays ist das Übersprechen zwischen den Einzelelemen-

ten gering. Die Breite der Einzelelemente kann zudem weitgehend unabhängig von der nutzbaren Ultraschallfrequenz gewählt werden, so daß Arrays mit variablen Ablenkbereichen realisierbar sind. Nachteilig ist, daß die tangentielle Randeinspannung entsprechend geometrisch angepaßte Bauteile erfordert. Dies führt zu einem erhöhten Aufwand, wenn die Geometrie des Wandlers verändert werden soll. Außerdem sind flächenhafte Arrays nur mit einem vergleichsweise großen Abstand der Einzelelemente herstellbar, so daß nur ein sehr geringer Ablenkbereich für den Schallstrahl möglich ist.

Bekannt sind außerdem Luftschallwandler mit einer Zusammenhängenden mehrfach gewölbten Piezopolymerfolie, bei denen die Einzelwölbungen durch Haltestege ausgeformt sind. Die Längsabmessungen derartiger Wandler sind stets groß gegenüber dem Wölbungsradius. Die sich daraus ergebende gerichtete Schallabstrahlung in der Ebene der Wölbungsachse ist für die Realisierung von Arrays ungeeignet. Ein prinzipieller Nachteil ist in dem erhöhten Aufwand zur Positionierung und Fixierung der Haltestege und in der Notwendigkeit von geometrisch angepaßten Unterstützungskörpern für die Ausformung der Einzelwölbungen zu sehen.

Bekannt sind außerdem Wandler mit zusammenhängender Piezopolymerfolie, bei denen die Mehrfachwölbung in der Form eines Welldaches mit abwechselnden konvexen und konkaven Krümmungen gleicher Radien hergestellt wird. Nachteilig ist hierbei ebenfalls die relativ große Längsausdehnung. Ein weiterer Nachteil ist der große Abstand der Scheitelpunkte der Wölbungen sowie die durchgehend beidseitige Metallisierung der Folie. In den Bereichen der Fixierung wirkt die Folie als parasitäre Kapazität, so daß der Wirkungsgrad des Wandlers verschlechtert wird.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, einen Ultraschallwandler, insbesondere als Array, anzugeben, der in unterschiedlichen Ausgestaltungen einfach herstellbar ist und einen großen Ablenkwinkel der Schallstrahlung und eine große Variabilität hinsichtlich Frequenzbereich und abgestrahlter Signalform garantiert.

Diese Aufgabe wird mit dem Wandler mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Weitere Ausgestaltungen ergeben sich aus den abhängigen Ansprüchen.

Das erfindungsgemäße Luftultraschall-Wandlerarray besteht aus mehreren gleichartigen, hutförmig gewölbten, mechanisch entkoppelten beidseitig metallisierten Streifen aus einer piezoelektrischen Polymerfolie. Die Streifen sind parallel zueinander ausgerichtet und längs einer Geraden nebeneinander angeordnet. Kurze Abschnitte an den Enden der Streifen sind auf einem zumindest abschnittsweise ebenen Träger fixiert, wobei der Ab-

stand der Fixierungspunkte kleiner ist als die Länge eines Streifens, so daß sich aufgrund der Steifigkeit der Polymerfolie eine hutförmig ausgebildete Wölbung des Streifens ergibt. Der Träger besitzt akustisch dämpfende Eigenschaften.

Die Streifen sind mechanisch voneinander entkoppelt. Die Folie wird vorzugsweise durch Kleben auf den Träger befestigt. Die befestigten Abschnitte verlaufen daher kongruent zu der Oberfläche des Trägers, an die sie sich anschmiegen. An den Befestigungspunkten überlappen sich die Metallisierungen der Ober- und Unterseite eines Streifens vorteilhafterweise nicht, so daß eine parasitäre Kapazität in diesen Bereichen vermieden wird. Der elektrische Anschluß erfolgt vorzugsweise durch Anschlußdrähte, die im Bereich der seitlichen Fixierung, d. h. in den befestigten Abschnitten, auf jeden einzelnen Streifen aufgebracht sind. Die Metallisierungen der Ober- oder der Unterseiten der Streifen können für eine Vereinfachung der Kontaktierung elektrisch leitend miteinander verbunden sein, so daß für die auf diese Weise verbundenen Seiten nur ein gemeinsamer Anschluß zugeführt werden muß. Beispielsweise können die Unterseiten aller Streifen untereinander elektrisch verbunden sein durch eine entsprechende Metallisierung der Oberseite des Trägers. Die Foliestreifen sind so angeordnet, daß der Abstand zwischen zwei benachbarten Streifen kleiner, vorteilhaft sehr viel kleiner, als deren Breite ist. Die Foliestreifen sind z. B. freitragend, das Verhältnis der Radien von konvexer Krümmung (in der Mitte des Streifens) und konkaver Krümmung (an den Enden der Streifen) wird durch den Abstand der Fixierungspunkte auf dem Träger bestimmt. Zusätzlich können aber auch Formelemente, z. B. Schaumstoffkörper, zwischen den Streifen und dem Träger angeordnet sein. Es folgt eine Beschreibung des erfindungsgemäßen Ultraschallwandlers anhand der Figuren 1 bis 10.

- Fig. 1 zeigt eine erfindungsgemäße Anordnung im Querschnitt.
 Fig. 2 zeigt die Anordnung in Aufsicht.
 Fig. 3 bis 8 zeigen alternative Ausführungsformen im Querschnitt.
 Fig. 9 zeigt einen vergrößerten Ausschnitt.
 Fig. 10 zeigt eine perspektivische Aufsicht.

In Fig. 1 ist im Querschnitt ein Streifen 1 aus einer piezoelektrischen Polymerfolie dargestellt, die mit Abschnitten 3 an ihren Enden auf einem Träger 2, z. B. durch Aufkleben, befestigt ist. Die Oberseite 4 und die Unterseite 5 dieses Streifens 1 ist jeweils mit einer Metallisierung versehen. Die Richtung der Schallabstrahlung ist durch Pfeile gekennzeichnet. Außerdem sind die Anschlußkontakte eingezeichnet. In Fig. 2 ist dieser Wandler in Aufsicht

dargestellt. Die nebeneinander parallel zueinander ausgerichteten Streifen 1 mit den fixierten Abschnitten 3 sind auf dem Träger 2 eingezeichnet. Der Abstand s dieser Streifen 1 untereinander ist bedeutend geringer als die Breite b eines Streifens.

Fig. 3 zeigt den Querschnitt aus Fig. 1, bei dem zusätzlich seitlich der befestigten Abschnitte 3 Führungselemente oder Führungsstege 7 dargestellt sind. Dieser Führungssteg 7 kann durchgehend für alle Streifen 1 gemeinsam vorhanden sein. Durch den Führungssteg wird der Radius der konkaven Krümmung der Streifen (an der Fixierungsstelle) verkleinert, so daß die Form der Wölbung des Streifens z. B. näherungsweise ein Ausschnitt aus dem Mantel eines Kreiszylinders sein kann. Damit wird eine homogenere Verteilung der mechanischen Spannung in der Folie und damit unter anderem ein geringerer Klirrfaktor bei Betrieb des Arrays erzielt.

Fig. 4 zeigt eine Ausführungsform, bei der zwischen dem Streifen 1 und dem Träger 2 ein Formkörper oder Formelement 8 angeordnet ist. Dieses Formelement 8 hat den Zweck, die Form, in der die Folie des Streifens 1 vorgewölbt ist festzulegen. Das Formelement 8 ist daher geometrisch an diese Form angepaßt und ist so angeordnet, daß in der Folie des Streifens 1 nur eine vernachlässigbare mechanische Spannung auftritt. Bei dem erfindungsgemäßen Wandler genügt es, wenn die Form der Wölbung auf ein bis zwei Drittel der freien Länge der Streifen 1 festgelegt wird. Fig. 5 zeigt beispielsweise eine Anordnung, bei der die Wölbung im Bereich der Schallabstrahlung durch einen zylindrischen Formkörper einen konstanten Krümmungsradius besitzt. Das Formelement 8 unterstützt hier also im wesentlichen nur den Bereich um den Scheitelpunkt der Wölbung der Folie. Der Krümmungsradius im Bereich der konkaven Krümmung (seitliche Fixierung) ergibt sich daher aus dem Abstand der seitlichen Fixierungspunkte. Das Formelement 8 ist vorzugsweise elastisch und besitzt akustisch dämpfende Eigenschaften, wobei z. B. ein Schaumstoff in Frage kommt.

In Fig. 6 ist eine Ausführungsform gezeichnet, bei der die Streifen 1 nicht durch Aufkleben, sondern durch Klemmelemente 9 auf dem Träger 2 befestigt sind. Die Oberseite des Trägers 2 kann zu diesem Zweck ein Gegenstück zu diesen Klemmelementen 9 bilden. Dieses Gegenstück (unteres Klemmelement) kann insbesondere eine entsprechend angepaßte Oberflächenform besitzen. Insbesondere kann hier ein Führungssteg wie in Fig. 3 integriert sein. Die oberen Klemmelemente 9 sind an die Breite der Streifen 1 angepaßt. Vorzugsweise ist der Träger 2 akustisch dämpfend ausgebildet. Dadurch werden die Einzelelemente des Arrays untereinander akustisch entkoppelt. Die Klemmelemente 9 können auch der Kontaktierung

der jeweils auf der Oberseite 4 vorhandenen Metallisierung des jeweiligen Streifens dienen.

Zusätzlich zu Abschnitten 3 an den Enden der Streifen 1 können die Streifen auch mit weiteren Abschnitten 6 in der Mitte auf dem Träger 2 befestigt sein, so daß sie mehrfach gewölbt sind und die jeweiligen Wölbungen hutförmig ausgebildet sind. Der Abstand der Fixierungspunkte untereinander ist dabei höchstens doppelt so groß wie der maximale Abstand des Streifens 1 von dem Träger 2. Die Abstände der Fixierungspunkte bzw. die Abstände d der Punkte maximalen Abstandes des Streifens vom Träger und dieser maximale Abstand h sind in Fig. 7 eingezeichnet. In Fig. 8 sind zusätzlich Rillen 10 oder Nuten in dem Träger 2 vorgesehen. Diese Rillen 10, in denen die Abschnitte 3, 6 der Streifen befestigt sind, gestalten den Bereich der konkaven Krümmung derart, daß die hutförmige Wölbung der Streifen eine andere Form bekommt. Auf diese Weise kann z. B. erreicht werden, daß der Bereich der Schallabstrahlung der Streifen näherungsweise ein Ausschnitt eines Mantels eines Kreiszylinders ist. Auch bei der Ausführungsform nach Fig. 7 oder 8 mit mehreren fixierten Abschnitten können Führungsstege 7 auf den Innenseiten der Streifen neben den fixierten Abschnitten, insbesondere auch zwischen den mittleren Abschnitten 6, zur Veränderung der Krümmungsform vorgesehen sein. Diese Führungsstege 7 sind im übrigen analog zu der Fig. 3 angeordnet.

Fig. 9 zeigt einen Ausschnitt des erfindungsgemäßen Wandlers im Querschnitt, in dem erkennbar ist, daß die Metallisierung auf der Unterseite 5 des Streifens 1 im Bereich der Fixierungspunkte unterbrochen sein kann. Die Abschnitte 3, 6, mit denen der Streifen auf den Träger 2 befestigt ist, sind auf der Unterseite 5 frei von der Metallisierung. Die Kontaktierung der Metallisierung erfolgt dann mittels eigens vorgesehener Kontaktdrähte 11, die z. B. durch Öffnungen in dem Träger 2 hindurch nach außen geführt sind. In Fig. 10 ist ein erfindungsgemäßer Wandler in perspektivischer Aufsicht dargestellt. Es sind fünf Streifen 1 auf einem Träger 2 eingezeichnet. Die Kontaktdrähte 11 sind seitlich zu Lötstiften in einem Gehäuse 12 geführt. Der Anschluß der Kontaktdrähte 11 an die Metallisierungen entspricht z. B. der Darstellung von Fig. 1.

Das erfindungsgemäße Array ist für komplexe Meßaufgaben wie Objektidentifikation oder akustische Bildverarbeitung im industriellen Bereich geeignet. Wesentliche Vorteile sind die große Bandbreite, die eine Voraussetzung für eine hohe örtliche Auflösung ist, sowie die Möglichkeit einer großen Variabilität der Geometrie des Wandlers und der daraus resultierenden elektroakustischen Eigenschaften. Vorteilhaft gegenüber bekannten Luftschall-Arrays auf der Basis von Polymerfolien

ist der äußerst geringe fertigungstechnische Aufwand sowie das sehr gute Verhältnis von aktiver Wandlerfläche zu den Gesamtabmessungen des Arrays, so daß auch eine Hybrid-Integration möglich wird.

Patentansprüche

1. Ultraschallwandler,
bei dem beidseitig mit Metallisierungen versehene Streifen (1) aus piezoelektrischer Polymerfolie parallel zueinander längs einer Geraden nebeneinander auf einem zumindest abschnittsweise ebenen Träger (2) angeordnet sind,
bei dem Abschnitte (3) an den Enden jeweils eines solchen Streifens (1) kongruent zur Oberfläche des Trägers (2) in so geringem Abstand voneinander fixiert sind, daß der betreffende Streifen (1) aus der Ebene des Trägers (2) vorgewölbt ist, und
bei dem alle Metallisierungen auf den dem Träger (2) abgewandten Oberseiten (4) der Streifen (1) von allen Metallisierungen auf den dem Träger (2) zugewandten Unterseiten (5) der Streifen (1) elektrisch isoliert sind und Mittel zur Kontaktierung der Metallisierungen vorgesehen sind.
2. Wandler nach Anspruch 1,
bei dem weitere Abschnitte (6) der Streifen (1) kongruent zur Oberfläche des Trägers (2) auf dem Träger (2) befestigt sind, so daß die Streifen (1) sich aus der Ebene des Trägers (2) jeweils mehrfach vorwölben.
3. Wandler nach Anspruch 2,
bei dem die Punkte maximalen Abstandes (h) der Streifen (1) von dem Träger (2) höchstens doppelt so weit wie dieser Abstand (h) voneinander entfernt sind.
4. Wandler nach einem der Ansprüche 1 bis 3,
bei dem der Abstand (s) zwischen zwei unmittelbar nebeneinander angeordneten Streifen (1) kleiner als die Breite (b) eines Streifens (1) ist.
5. Wandler nach einem der Ansprüche 1 bis 4,
bei dem in Richtung der Geraden, längs derer die Streifen (1) angeordnet sind, seitlich der fixierten Abschnitte (3, 6) Führungsstege (7) zwischen den Streifen (1) und dem Träger (2) angeordnet sind und
bei dem diese Führungsstege (7) die Form, in der die Streifen (1) vorgewölbt sind, beeinflussen.

6. Wandler nach einem der Ansprüche 1 bis 5,
bei dem die Form, in der ein Streifen (1)
zwischen zwei befestigten Abschnitten (3, 6)
vorgewölbt ist, auf eine Länge zwischen einem
Drittel und zwei Dritteln der zwischen diesen
Abschnitten (3, 6) gemessenen Länge des
Streifens (1) durch ein zwischen dem Streifen
(1) und dem Träger (2) angeordnetes Formele-
ment (8) festgelegt ist.
7. Wandler nach einem der Ansprüche 1 bis 6,
bei dem die Abschnitte (3, 6) durch Kleben
befestigt sind.
8. Wandler nach einem der Ansprüche 1 bis 6,
bei dem die Abschnitte (3, 6) durch Klemmele-
mente (9), deren Breite an die Breite der Strei-
fen (1) angepaßt ist, befestigt sind.
9. Wandler nach einem der Ansprüche 1 bis 8,
bei dem der Träger (2) an den Stellen, an
denen jeweils Abschnitte (3, 6) von Streifen (1)
befestigt sind, Rillen (10) oder Nuten aufweist.
10. Wandler nach einem der Ansprüche 1 bis 9,
bei dem die Metallisierungen auf den dem
Träger (2) zugewandten Unterseiten (5) der
Streifen (1) nur in Bereichen zwischen den
befestigten Abschnitten (3, 6) vorhanden sind.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

5

FIG 1

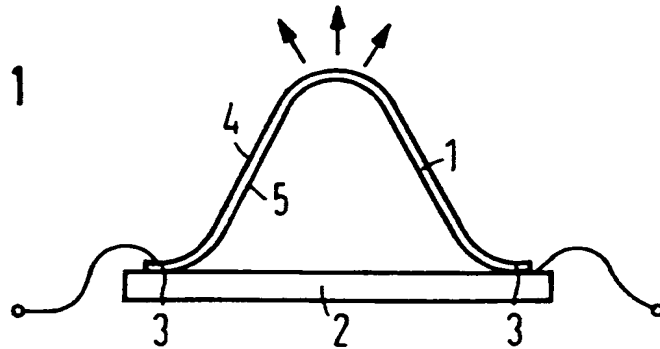


FIG 2

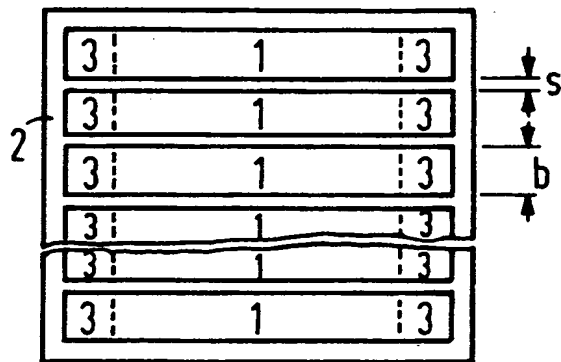


FIG 3

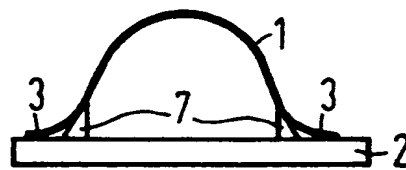


FIG 4

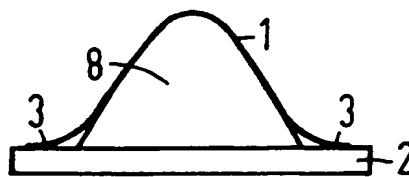


FIG 5

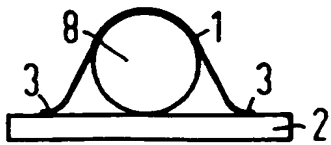


FIG 8

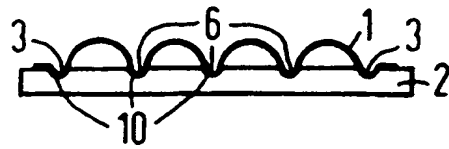


FIG 6

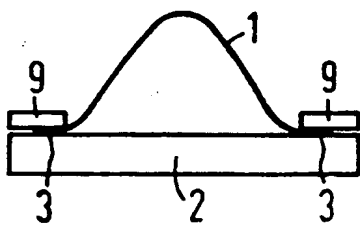


FIG 9

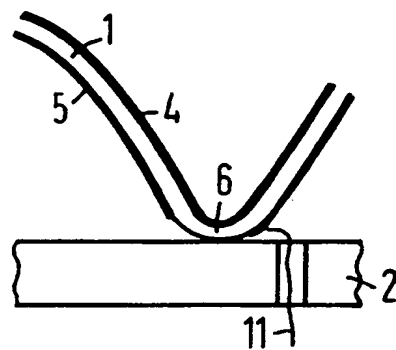


FIG 7

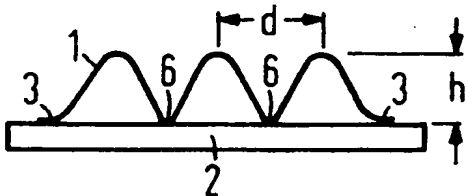
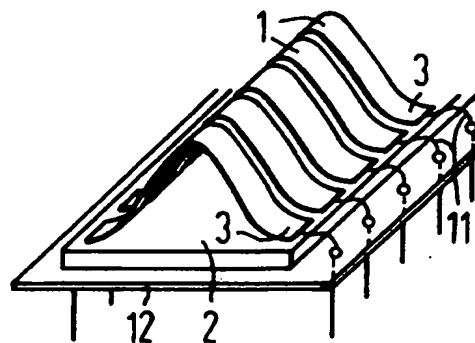


FIG 10





Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 93 10 1959
Seite 1

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. CL5)
A	TECHNISCHES MESSEN TM Bd. 56, Nr. 10, Oktober 1989, MUNCHEN DE Seiten 377 - 384 MANTHEY ET AL 'Ultraschallsensoren auf der Basis piezoelektrischer Polymere' * Seite 381, Spalte 2, Zeile 23 - Seite 382, Spalte 1, Zeile 20; Abbildung 13 *	1,4	B06B1/06
A	WO-A-9 117 637 (COMMONWEALTH SCIENTIFIC AND INDUSTRIAL RESEARCH ORGANISATION) * Seite 9, Zeile 12 - Seite 9, Zeile 22; Abbildung 1 *	2,7,8	
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 12, no. 342 (E-658)14. September 1988 & JP-A-63 103 600 (ONKYO CORP.) 9. Mai 1988 * Zusammenfassung *	2	
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 11, no. 104 (E-494)(2551) 2. April 1987 & JP-A-61 252 798 (KUREHA CHEM IND CO LTD) 10. November 1986 * Zusammenfassung *	5	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. CL5)
A	US-A-4 170 742 (ITAGAKI ET AL) * Spalte 3, Zeile 54 - Spalte 3, Zeile 58; Abbildung 2 *	6	B06B H04R
A	US-A-4 056 742 (TIBBETTS) * Zusammenfassung; Abbildungen 1,3,4 *	9	
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 4, no. 165 (E-34)(647) 15. November 1980 & JP-A-55 114 099 (NIPPON DENKI KK) 3. September 1980 * Zusammenfassung *	10	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 25 JUNI 1993	Prüfer ANDERSON A.TH.
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument			

EPO FORM 1503 01.92 (P0403)

BEST AVAILABLE COPY



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 93 10 1959

Seite 2

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE		
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch
A,D	DE-A-1 902 849 (PIONEER ELECTRONIC CORP.) * Seite 22, Zeile 24 - Seite 23, Zeile 25; Abbildungen 21,22 * ---	1
A,D	JOURNAL OF THE AUDIO ENGINEERING SOCIETY Bd. 23, Nr. 1, Januar 1975, NEW YORK, USA Seiten 21 - 26 TAMURA ET AL 'Electroacoustic transducers with piezoelectric high polymer films' -----	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt		
Recherchenort DEN HAAG	Abschlußdatum der Recherche 25 JUNI 1993	Prüfer ANDERSON A.TH.
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument ----- A : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument		

EPO FORM 1503 (01.92) (P0403)

BEST AVAILABLE COPY

THIS PAGE BLANK (USPTO)